

ろう児の数意識及び計算の諸要因

Ⅱ 正常児盲児との比較Ⅱ

富山大学教育学部

林

三

雄

一 問題の所在と被験者

かつてろう学校四、五年生に正常児一、二、三年生程度の算数問題を試みたところ、加減乗法の計算法を一応理解していると認められるろう児で、絵で示された物の個数を数えることが極めて拙劣な者が多数いた。

このことは、正常児が加減乗除の計算法を理解する以前に物を数えることに相当熟達するのと較べて顕著な相違であると思われた。

本研究はろう児正常児盲児を被験者として、比較実験することによってろう児の教え方及び計算の特質とその諸要因を究明し併せてろう児に限らず一般的に数意識及び計算の発達に寄与する諸要因間の関係の究明を試みようとしたものである。
本研究で検討した計算の範囲は、加法を主とし、減法は僅かに触れた程度であり、乗法除法については全く触れていない。

被験者としては、ろう児は富山ろう学校児童、盲児は富山盲学校児童、正常児は富山市堀川小学校児童をもちいた。

実験期日は、昭和二十九年十一月から昭和三十年三月に至る期間である。

児童の算数能力は学習指導法と密接な関係があるので、以下の実験結果にはろう児一般に妥当する普遍性と共に、被験者

の学校のみに妥当する特殊性も含まれている筈である。

二 ろう児の数える能力

一、実験 A 1

目的：ろう児に自由に数えさせた場合の数え方の特徴と、数え得る最大数を調査する。

手続：オハジキを二、四、七、九、一二、一四、一七……の順序で与えて、その数を自由に数えさせる。三回続けて誤った場合に検査を打切る。

被験者は上表の通りである。ろう学校は同一学年に年長者と年少者が混在するので、集計を年齢別と学年別の二様にした。その平均年齢及び人数は上表の通りである。

実験結果：(一)数え方の種類を示せば、第1表となる。

表示した如く、数え方は極めて多様で、一応十九種に分類したが、厳密には一人一様といえる程である。この原因は指導法が一定していないことにも依ろうが、師弟及び児童相互間のコミュニケーションの困難にも大いに基因しているであろう。

数え方の要因としては、

- (1) 視知覚依存
- (2) 物と指との対応
- (3) 五個もしくは十個の群の作成
- (4) 数唱
- (5) 聴力

	年 齢 別					学 年 別			
	7	8	9	10	11	1	2	3	4
平均年齢	7:1	8:1	9:2	10:2	11:1	7:11	9:7	10:11	12:0
人 数	15	7	17	13	14	23	25	18	16

第1表

オハジキの自由な数え方の種類と種類別人数

数え方	年 齢		年 齢 別						学 年 別				
	学 年		7	8	9	10	11	計	1	2	3	4	計
	人数		15	7	17	13	14	66	23	25	18	16	82
ただ漫然と取り分ける	3	2						5	4	1			5
一列に並べる					1			1		1	1		2
二列に横に並べる					1			1		1	1		2
一つ取りのける毎に指を折る					1			1		1			1
取りのける毎に別の手の指を折る	1							1	1				1
取り分けずに親指…に12…と対応	2	2		1				5	4	3			7
取り分けて指と対応さす	1			2	1	1		5	2	3			5
人さし指でさして行く(数唱なし)	1							1	1	1			2
指と対応で5の群を作る	1				1	1		3	3				3
視知覚で5の群を作る	1	2		1	2	2		8	2	6	1	1	10
3と2で5にしてとりわけ						1		1				1	1
5ずつとりのける					1	1	2	4		4		1	5
5と5で10の群を作る	2			1	3	2		8	2	1	4	6	13
指と対応で10の群を作る	1							1	1				1
10の群を作る(視知覚的数唱)					2	3	2	7	2	1	7	6	16
1つ取りのける毎に数唱	1	1		1				3	2		3		5
20まで数唱し、また繰返す				1				1			1		1
2つずつ動かす	1						1	2	1			1	2
指と対応させて数唱						1		1		1			1

(6) 知能

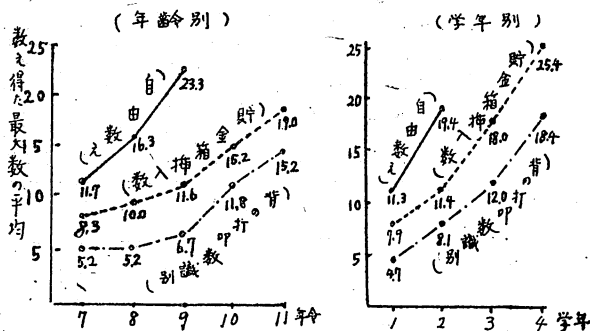
等の諸要因が推定されるが、このうち視知覚依存、物と指の対応、五個もしくは十個の群の作成の三要因がろう児には特に優勢である。

数唱していると、却って数え誤りをするので数唱が軽んぜられる傾向になり、数唱のみに依存する者が無く、数唱してもそれは一〇の群の視知覚に並行して一〇までの数唱を繰返すに過ぎなかった。

例外的に二〇まで数唱した後また再び一から唱えた児童が一名いたが、この児童は聴力が三〇db程度で、ろう児というよりは精薄に近かった。また二個ずつ取り除けるという正常児盲児的な数え方をしたろう児も聴力は五〇〇振動の音に対して五〇db程度であった。

以上の例から、数える能力と聴力、

第1図 嬰兒の正確に数え得た最大数



数える能力と知能との間には密接な相関々係があることが予想され、それがろう児に如何に現れているかを考察せねばならぬことが明らかである。その研究にも手をつけたが、資料が少くて、本論文では除外した。

尚、特に顕著なことは、ろう児には「五」の群を作る者が年齢別では全児童の三六%、学年別では三九%もいることで、「五」の群は片手の五指と対応し、「十」の群に比して容易に視知覚的形態となること、「五と五」で十となし得る等の理由から多用されたものと推定される。しかし、これがろう児特有の計算の誤謬の要因になることは後に実験C2で明らかにされる。

(二) 数え得た最大数の平均は第1図の「自由数え」のグラフに示す通りである。

十一歳以上、三学年以上になると自由数えが急激に上達するので実験時間の都合上、調査しなかった。

二、実 験 A 2

目的：視知覚依存と、物と指との対応の二要因を排し、数える速度をろう児の自由にした場合の数え得る最大数を調査する。

手続：片手の指で、貯金箱の小さい挿入口から箱の中へオハジキを指示した数だけ入れさせる。入れる速度は被験者の自由にし、入れた数が曖昧になったとき試行を繰返すことを許す。指を折ることを防ぐために他の片手の指で貯金箱を握らせる。

結果：第1図の「貯金箱挿入数」のグラフの通りである。

視知覚と、物と指の対応を禁ぜられたため、実験A1の自由な数え方の場合に比して、成績は相当低下した。

被験者で数唱する者が実験A1のときよりも多くなった。

三、実験 A 3

目的：数唱及び、リズム知覚の要因にのみ依存した場合の、ろう児の数えうる最大数を調査する。

手続：ろう児の眼を閉じさせ、手を押さえて指数えできぬようにして、ろう児の背を約一秒間隔で打叩する。但し、打叩速度は、もしろう児が数唱した場合は、その速度に合わせる。

結果：第1図の「背の打叩数識別」のグラフの通り極めて拙劣である。

実験 A 2 では被験者に、数える速度の自由があつたが、この実験では自由が無く、ただ数唱もしくはリズム知覚にのみ依存するので、成績は更に低下したのである。

三 ろう児と正常児の数の視知覚的識別の比較

先述の実験 A 1、A 2、A 3、によって、ろう児の数意識は視空間知覚に依存することが大であることが明らかになったので、次にろう児の個数について視空間的識別性能を正常児のそれと比較してみる。

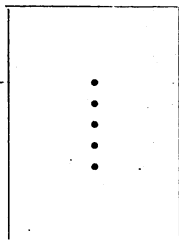
一 実験 B 1

目的 空間的共存物の個数を視空間的に知覚する正確度をろう児と正常児について比較する。

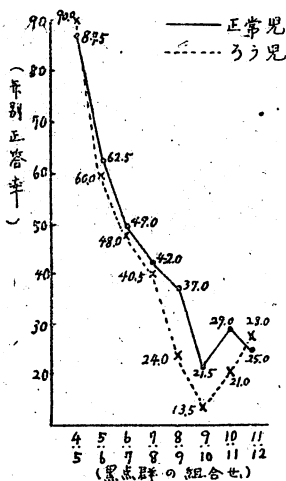
手続：縦一五センチ横一〇センチのカードに図のように黒点（直径〇、六センチ、間隔〇、四センチ）を二個乃至九個刻印したものを用意し、順序不同に約〇、五秒露出して、その黒点数を答えさせる。

被験者の年齢及び人数は次の通りである。

結果：第2図に示す如く、空間的共存物の個数の瞬間的知覚は、ろう児は正常児に稍々劣るが大差はない。（八歳児は差があるように見えるが、ろう児の被験者数が少いために信頼度の低い値がでたのであろう。）



第3図 黒丸の二群の個数異



にとつた)

結果：(一)

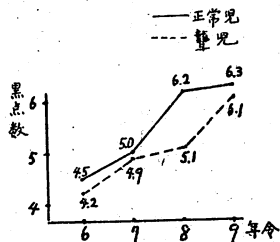
聾児及び正常児が黒丸の一点差を正しく弁別した%を图示すれば第3図となる。(刺戟カードの組合せを横軸

実験者と被験者のカードは予め黒丸が同数が一点差になるように準備してある。

け露出して裏返す。被験者は露出時間に二枚のカードの黒丸数の異同を瞬間的に弁別して、自己のカードの数が「多い」「等しい」「少ない」と勝負的に答える。答は身振りでも言語でもよい。

年 人 数	年 齢			
	6 歳	7 歳	8 歳	9 歳
ろう児	6	15	7	15
正常児	20	20	26	18

第2図 瞬間的に知覚できる黒点の数



実 験 B 2

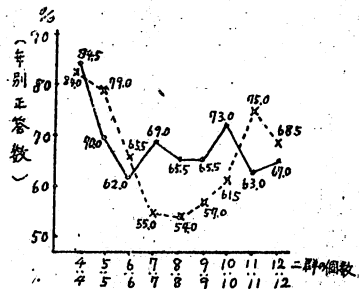
目的：空間的共存物の一群を他群と比較して、両群の数の異同を弁別する性能についてろう児と正常児を比較する。(但し、個数の答を要求しない。)

手続：直径一四センチの円形のカードに図のように黒丸を三個乃至十二個刻印したものを、実験者と被験者とが、それぞれ十七枚持つて、カルタのように同時に表を出す。実験者のカードは約一秒だ

(二) 黒丸の同数の場合を正しく弁別した%を图示すれば第4図となる。

この実験に於ても、空間的共存物の個数の異同識別はろう児は正常児に稍々劣るが大差はない。この実験で、刺戟の黒丸数が多くなると、正答率が増加する傾向があるのは、弁別が困難な場合に「等しい」と答え易いことと、黒丸数が多くなるにつれて黒丸数の知覚よりは黒丸間の空隙の応狭が弁別の手懸りとなり易いからであると内観報告された。

第4図 黒丸の二群の個数異同弁別その二同数識別



四 盲児の数え方の観察

物を数えるに当っての視空間的知覚と聴覚的発語的時間継次性知覚の役割を検討するために、盲児の数え方とその能力を調べてろう児と比較する。

(一) 机上のオハジキを数える場合

被験者が少いので、統計的な信頼性は得られないが、盲児はオハジキを両手で掻き集めて掌で押さえ、利き手で一個もしくは二個ずつ取りのけながら一、二、三、四……もしくは二、四、六……と数唱することが多い。これはろう児には極めて稀な数え方で、掌で物を押さえること以外は正常児と同じい。

(二) 数唱と同時に指数えをさせた場合

全盲の児童は概ね指数えの習慣をもたない。「指を折って数えなさい」との教示に反応に感う者が多い。次に事例を挙げ

また、この実験結果から、人類学者が未開人について報告したような、大きい数をかぞえられなくても個数の変化を文明人以上に鋭敏に直覚するという現象は、ろう児には無いと推定される。即ち、聴覚的、言語的欠陥を補償する程には視空間的知覚要因が発達していないことは、この実験の如き正確な数を問題とせぬ場合も正常児より稍々劣ることで明らかである。

しかしろう児が先述の極めて不正確な数え方にも拘らず加減乗除の算法を理解し、一般言語学習に比して計算学習に抵抗が少いのは正常児に大して遜色無き数の視空間的把握に依存すること大であるといえよう。

K児 全盲、一年男子、七歳四月

一から五までの右親指から小指へと開き、六で左親指から折る。指数えの習慣なし。

M児 全盲、一年女子、六歳十一月

一で右手の指で左人差指から摘み始め、五で親指を摘まむ。指数えの習慣なし。

Ka児 全盲、二年女子 十歳二月

右親指から折り始めたが、一度折った親指の先で、あとから次々に折られる人差指・中指等を一々押えて指の数を確かめる動作をした。指数えの習慣なし。

Mi児 全盲、三年女子 十歳五月

小指から折り始める。指数えの習慣なし。

且又、全盲の児童は一般に指の動作が未分化不器用で、中指を折り曲げようとする薬指・小指も殆んど同時に曲ってしまう。

しかるに、視力が〇・〇四程度で漸く眼前に手をかざして指の空隙がわかる児童でも、正常児やろう児と同様の指数えができる。

以上によって、指数えは運動感覚や触覚に視覚が共応することが必要条件であるといえよう。

また斯く指数えに殆んど依存しない盲児も数觀念の發達に於ては正常児にそれほど劣らないのに対して、ろう児が極めて未發達なのは、數意識や數操作の發達には指動作や視空間知覺の要因以上に聴覺的發語的時間繼次性の要因が重要であることを示すものといえよう。

五 ろう児の加算の特性

第2表

問題様式別のろう児対正常児計算速度比

() 内の分子はろう児の一問題当り所要時間(秒)

分母は正常児の一問題当り所要時間 (秒)

和の種類 問題の種類		5 以下	10 以下	15 以下	20 以下
式の中に 5か10を 含む場合	二項式	(例 な し)	(例 5+2) $0.71 \left(\frac{2.2}{3.1} \right)$	(例 2+10) $0.82 \left(\frac{2.8}{3.4} \right)$	(例 6+10) $1.19 \left(\frac{3.7}{3.1} \right)$
	三項式	(例 な し)	(例 5+2+2) $0.74 \left(\frac{3.9}{5.3} \right)$	(例 2+3+10) $1.04 \left(\frac{4.8}{4.6} \right)$	(例 2+10+6) $1.55 \left(\frac{9.6}{6.4} \right)$
式の中に5 も10も含 まぬ場合	二項式	(例 1+2) $1.00 \left(\frac{2.5}{2.5} \right)$	(例 6+2) $1.02 \left(\frac{4.3}{4.2} \right)$	(例 8+3) $1.33 \left(\frac{5.6}{5.7} \right)$	(例 8+9) $1.50 \left(\frac{9.6}{6.4} \right)$
	三項式	(例 1+3+1) $1.12 \left(\frac{4.4}{3.9} \right)$	(例 4+3+1) $1.29 \left(\frac{12.4}{9.6} \right)$	(例 1+4+9) $1.29 \left(\frac{12.4}{9.6} \right)$	(例 7+8+3) $1.47 \left(\frac{13.8}{9.4} \right)$

一、実 験 C 1

目的：指数えや視空間的知覚が聾児の加算に及ぼす影響を調べる。

手続：(1)二項式と三項式の加算で、(2)式の中に五または十を含む場合と含まぬ場合、(3)和が五以下、十以下、十五以下、二十以下の三条件を組合せて第2表の問題例で示した十四種の各様式を五題ずつ作り、暗算で連続答えさせて、ろう児と正常児に於ける所要時間の比及び誤謬数(率)を調べる。

被験者は次の如く、ろう児正常児共に十四名。

〔ろう児〕三年九名、四年五名、計十四名

〔正常児〕二年十四名

共に計算に際し指数えする程度の者は含まぬ。

結果：(一) 所要時間の比。問題様式とろう児正常児の所要時間の比を表示すれば第二表となる。

ろう児は $\omega + \omega$ の如く五または十を含む場合は正常児より計算が速く、その比は 0.71 、 0.74 、 0.82 、 1.00 、 1.02 、 1.12 、 1.29 である。和が五以下の場合は同速度、五以外の基数の加算で繰上りのある場合は一・三三倍乃至一・五倍と遅くなる。この結果に依って、ろう児には暗算ができる程度に発達しても指数えの影響が依然働いているので $\omega + \omega$ 等で速く、反対に両手の指で処理できない繰上りは言語的操作が

劣るために遅くなるのだと推定される。

第3表

ろう児及び正常児の問題様式別誤答数
と全誤答に対する問題様式別誤謬率

() の左は誤答数, () 内が誤答率

			5 以下	10 以下	15 以下	20 以下
式 中 に 5 か 10 を 含む場合	二項式	ろう児		0(0)	0(0)	0(0)
		正常児		1(3.2%)	0(0)	0(0)
	三項式	ろう児		0(0)	0(0)	3(5.4%)
		正常児		1(3.2%)	1(3.2%)	1(3.2%)
式 中 に 5 も 10 も 含 まぬ場合	二項式	ろう児	0(0)	1(1.8%)	4(7.2%)	5(9.0%)
		正常児	0(0)	1(3.2%)	1(3.2%)	1(3.2%)
	三項式	ろう児	1(1.8%)	5(9.0%)	11(20.0%)	25(45.5%)
		正常児	5(16.1%)	4(12.9%)	5(16.1%)	10(32.3%)

第4表

和 の 数 値 と 誤 謬 の 関 係

	試行問題 総 数	誤 答 数		誤謬総数	誤謬率
		和が10以下	和が10以上		
ろう児 14 名	980	7	48	55	5.6%
正常児 14 名	980	12	19	31	3.2%

(二) 誤謬の比較。問題様式別に誤答
実数及び全誤答に対する問題様式別誤
謬率を比較すれば第3表となる。

次に加法の和が10以下で両手で処理
できる範囲の計算と、10以上で両手で
処理できない計算について誤謬状況を
比較すれば第4表となる。

和が10以下の場合の誤は正常児が12
個であるのに対してろう児の方が少く
僅か7個であるが、そのうちの5個も
4+3+1のような問題様式で起った
もので、この理由は後述するようにろ
う児には五以上になると別の手に繰上
げる「準」繰上りとも称すべき心理過程
が生ずることと、三項を処理するのが
言語的に困難なためと思われる。

ろう児では繰上りが特に困難で、所
要時間が大になると共に誤謬も増し、
繰上りの無い場合と反対にろう児の方が正常児の二・五倍にもなる。矢張り、両手で繰上り無き場合と両手で操作困難な繰

第5表

加算に於けるろう児及び正常児の
問題様式別誤謬率

問題の 種類 例題	繰上りのある場合			繰上りの無い場合	
	二項式 (12問)	三項式 (8問)	三項式 (4問)	二項式	三項式
	繰上り一度	繰上り一度	繰上り二度		
	7+3 16+8	6+ 2+ 4 16+12+13	8+9+6	3+ 4 14+12	4+ 1+ 3 16+11+12
正常児 誤謬率	28%	21	26	15	10
ろう児 誤謬率	33%	20	31	8	8

上りの有る場合の相違である。因みに繰上りの指操作は極めて個人差があり、ここで一々記述できないが相当複雑である。

二、実験 C2

目的：ろう児及び正常児の誤謬の性質を分析して、ろう児には片手の五指の影響で、「十」の繰上りのほかに「五」の準繰上りがある、
「十」の繰上りを混乱させることを検証する。

手続：実験C1の問題より大きい数を含む七十二問題を無差別に配列して計算させて、誤謬の性質を分析する。所要時間は調査しない。

被験者は

ろう児、三年生八名、四年生十三名、計二十一名

正常児、二年生十七名

で、計算法を理解している者のみである。

結果：(一)問題様式別に問題例及び誤謬率を表示すれば第5表となる。

繰上り無き場合、ろう児の誤謬率が低いのは、ろう児が問題を十位数の部分と一位数の部分とに分け先ず一位数を処置し次ぎに二位数の加算を行う筆算手続で問題を全体的総合的に解決しようとして、先ず二位数から処置するからのである。

(以上は観察結果。)

(二) 誤謬の性質の分析

正常児の誤謬の四四％が「6+8=14」を誤って十五とか十三とするような正答との差がH-Iの誤答であり、二三％は正答の差がH-Gの誤で、H-Gの誤が極めて少いのに対して、ろう児では「6+8=14」を十九とか九と誤るような正答との差H-Gの誤が二七％もある。

第6表

加算に於ける誤謬の種類と誤謬率

誤答の種類	誤答と加算の正しい和との差によつて示した誤答の種類																					其他
	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	-5	+6	-6	+7	-7	+8	-8	+9	-9	+10	-10		
ろう児誤謬率	8	15	7	5	4	2	1	2	12	15	0	0	1	0	1	2	2	0	4	16	3	
	23		12		6		3		27		0		1		3		2		20			
正常児誤謬率	21	23	2	11	2	2	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	2	0	4	19	6	
	44		13		4		2		4		2		0		0		2		23			

第7表 繰上りの有る加算の誤答の種類と誤謬率（聾児・正常児）

誤答の種類	二項式の場合			三項式の場合		
	±1	±5	±10	±1	±5	±10
ろう児誤謬率	9%	37	37	19	35	7
正常児誤謬率	33%	0	40	36	0	40

この種の誤謬は、特に繰上りの有る場合に一層顕著である。

第6表はこのテストの全誤答について、正答との差を調べて、差の種類別に誤謬率を表示したものであり、第7表はテスト問題中、繰上りの有る問題だけについての誤答を一〇〇として、そのうちH・H・H・H・Hの誤答の%を示したものである。ろう児と正常児が、このように相違するのは、ろう児には片手の五指の影響が大きく、先に述べたように五で繰上に準ずる心理過程が起きて、両手の十指を基礎にした十進法と混乱するものといえよう。このことは先の実験A1に於ける数え方の種類中に五の群を作る者が三七%乃至三九%もいたことと一致する現象である。

算数指導に於て、このことは充分考慮されるべきである。一般に物体十個の視空間的知覚が困難なため、指導のプロセスとして知覚可能な五個と五個の二群で十個の直観化をはかることが行われ、特にこれを片手と両手の関係で示されるのであるが、この指導法はろう児の如く言語操作の拙劣な者には、この誤答の分析が示すように極めて危険性を孕んでいることを警戒しなければならない。結局十単位の分解統合から加法九々へ進ませて、それを充分練習させる必要がある。eleven, twelve, thirteenの唱え方が欧米で加法九々を特に必要としたので、日本の数唱では加法九々は左程必要でないことは確かであろうが、ろう児には十

一以上が発声上極めて困難であるのに加えて、ここに述べたHの誤謬をおかしがちであるといえよう。
以上に述べたことは、盲児の加算を検討することによって更に裏付けされるように思う。

六 盲児の加算の事例

最近、盲学校の児童数が極めて少くなつて各学年四名か五名程度のため観察結果の信頼性は低いが、一年四名、二年四名、三年五名、四年三名に加算を行わせた結果を次に示す。

一年生四名には和が十以下の加算三十題ずつ行つたが誤謬総数十六個のうちHの誤が十一個、Hの誤が五個でその誤謬を加数別にすれば一や二を加える問題では誤はなく加数が三、四、五、六、七、八の問題では誤謬はそれぞれ一、二、四、四、三、二個であつた。加数が五の場合にろう児のように容易でないことがわかる。この結果は、加算が数唱的操作によつてなされていることを示すもので、盲児中にHの思考の際五六七八九と数唱する者がいた事実と一致する。またHは無謬であるのに対して5+3に一例だが誤があり且つ所要時間も幾分遅いことも数唱が基礎で、盲児にはろう児のように指を折ったり片手の五指の影響で五に特別の意味がつけられることが薄いことを示唆する。また二、三、四年生の盲児に13+8の如き和が二十八以下で繰上り一回の加算を三十問題与えたところ第8表に示す誤答をした。

一年と同じくろう児のようなHの誤答が無い。

更に注目すべきことは三年生の成績が却つて二年生に劣ることである。その相違は、誤謬の性質と計算中の児童観察及び担任教師との面接で次の興味ある理由に依ることがほぼ明らかになった。即ち、三年生は担任教師が指導法として数唱と指数えの併用という正常児並みの方法を算数指導の初期に採用したので、現在も計算に際して五名中二名は盲児には不自然な指の使用にも依存しようとし、加数が八とか七のときは数唱したり指を折ったりしているうちに曖昧になつてHの誤が多くなるがHの程の誤は起らない。また、たとえ指を折つてもろう児のように指数えに強く依存しないで主として数唱に依存す

第8表 盲児に於ける繰上りの有る加算の誤答の種類と誤謬率

試行問題 繰上り回数	誤答率	誤答の種類(十は正答より多い場合) と誤答数(一は正答より少ない場合)							
		+1	-1	+2	+3	+6	-7	-9	+10
二年4名	120	6.7%	1	1		1			5
三年5名	150	12.0%	3	9	3		1	1	
四年3名	90	5.6%	3	1				1	

七 ろう児の計算の機械的性質と適応上の欠陥

実 験 D

目的：一系の計算問題の前半と後半の様式が僅かに異っている場合、前半の計算から後半の計算に移る際の所要時間及び誤謬の変動を明らかにし、更に計算法の観察によつてろう児の計算の機械的性質及び適応性の貧弱さを調査する。

るからH5の謬は起らない。これに反して、一年生は指導の初期から徹底的に分解統合法で $17+6=(17+3)+3$ のように思考することを指導され其の後のドリルで児童自身で加法九々の計算法を多少会得したので暗算速度は正常児以上に速くH1の誤も少い。しかし未だ自動的に加法九々ができず、分解統合を意識し過ぎて意識が一位数に集中されて、一位数が曖昧になりがちなためにH10の誤が比較的多くなるのだと推定してよいであろう。四年生については特別に指導上の特徴を見出せなかった。尚、盲児の特性上、比較的低学年から算盤に依存するようになるが、その場合算盤の「五」の珠が暗算に如何なる影響を及ぼすかを研究すべきだが本研究では試みなかった。

以上のろう児の示した結果から、低学年の盲児は視知覚の欠陥にも拘らず言語的操作及び概念的理法化に努めれば正常児に劣らぬ計算能力を示すこと、ろう児は視知覚及び指操作に依存しすぎると繰上りの混乱を招き不正確な計算になること、それ故算数指導にはろう児盲児の自然性に立脚しながら無駄なく一般化理法化へと進めるための妥当な方法を探究すべきことを示唆される。

手続：第11表の問題と順序で、ろう児正常児に加法二十問題を連絡計算させ、休憩後、減法二十問題を計算させて、計算の實際を観察する。

整理は、正誤と、各問題の計算に要した時間を一々測定し、更に後半の最初の問題の所要時間を基準とし他の十九問題の所要時間の%を算定して、計算の経過に伴う所要時間の変動を調べる。

第9表 計算途中での問題様式の変化が一問題平均所要時間に及ぼす影響

問題様式	加 法				減 法			
	前 2位数	半 +1位数	後 1位数	半 +2位数	前 2位数	半 -1位数	後 2位数	半 -2位数
ろう児		5.6秒		5.0秒		8.1秒		8.9秒
正常児		7.1秒		7.7秒		9.9秒		11.0秒

第10表 計算途中での問題様式の変化が一問題平均誤謬率に及ぼす影響

様式問題	加 法				減 法			
	前 2位数	半 +1位数	後 1位数	半 +2位数	前 2位数	半 -1位数	後 2位数	半 -2位数
ろう児		4.7%		4.0%		5.2%		22.6%
正常児		0.8%		3.2%		3.2%		5.8%

加法の前半十問題は二位数+一位数(例18+3)で、後半は一位数+二位数(例7+16)、減法の前半は二位数-一位数(例22-9)、後半は二位数-二位数(例23-16)である。

被験者には計算に指を使用する必要無き者を用いた。学年及び人数は次の通りである。

ろう児 四年九名、五年六名、計十五名

正常児 二年八名、三年四名、計十二名

結果：(一)問題様式変化の前後に於ける一問題当りの平均所要時間を比較すると第9表となる。ろう児は加法も減法も共に正常児より速く、またろう児は加法前半より後半が速いが正常児は反対に遅い。

(二)問題様式変化の前後に於ける一問題当りの平均誤謬率を比較すると第10表となる。

誤謬については速度とは逆にろう児が正常児より劣る。ろう児が計算速度で優れ、正確度で劣るという一見矛盾した

結果を示す理由は、ろう児正常児の計算の実際を比較観察することと、各問題別の誤謬率及び計算の進行につれての各問題所要時間の変動経過を比較することによって明らかになる。

(二) ろう児正常児の計算の比較観察

ろう児のうち十五名中十三名は「+」の計算に際し最初に答の一位数の部分の3を記入し次に答の二位数の部分の2を記入したので筆算方法で解答したといえる。ただ僅か三名だけが二位数から答を書いた。

しかるに、正常児は十二名中九名は二位数の答の部分から書き始めたので暗算によって解答したといえる。

筆算方法は機械的部分的操作であるため、 $13+8$ も $8+13$ も困難度には違いないから後半になるほど計算に慣れる可能性はあるが、暗算方法は全体的構造的であるため $13+8$ より $8+13$ の様式は加数が大きいから困難で、従って後半の一位数十二位数が所要時間も誤謬率も増大する可能性がある。この推定と第9表及び第10表のろう児正常児の加法の所要時間及び誤謬率の結果とは一致する。即ちろう児では加法の前半より後半が一問題当り〇、六秒速く、誤謬率も僅かながら減少するのに対して、正常児では後半が速度は〇、六秒遅く誤謬も増加する。

減法でも、ろう児は全体的構造的意味を考慮せずに機械的に部分的操作をする傾向があつて、極端な例としては $23-18$ 、 15 の誤答の如く被減数減数の区別なくいつも各桁で大きい数から引く者が一名いた。他の者はそれ程極端ではなかったが、第十問 $21-9$ まで減数が一桁だった惰性で第十一問から二桁の減数に変わったのに気付かないため依然として一桁の減数として計算する者が多く、そのため誤謬率は第十問の十三%から第十一問六七%、第十二問五三%と急増した。これに対して、正常児は全体的構造的な暗算方法を用いるため減数の変化に直ちに適應するので第十一問の誤謬は十七%に過ぎなかった。第11表は各問題別の誤謬率を示したものであるが、大体減法の後半の初め程ろう児の誤謬が顕著である。

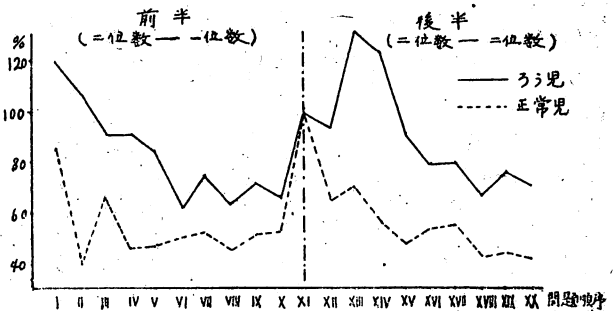
また第10表に示す如くろう児の減法の誤謬は前半の五・二%から後半二二・六%と激増しているのに対して、正常児は三・二%から五・八%と僅かに増したに過ぎない。

第11表 各問題別誤謬率

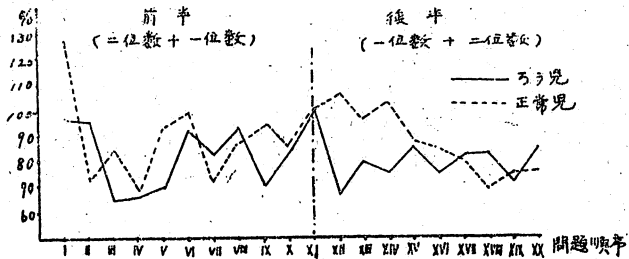
問題 様式		二位数から一位数を減ずる		一位数に一位数を加える		一位数に二位数を加える	
ろう児 %	正常児 %	ろう児 %	正常児 %	ろう児 %	正常児 %	ろう児 %	正常児 %
I	15+ 9			24- 9	13	8	
II	13+ 8	7		21- 8			
III	16+ 7		8	23- 7	13		
IV	18+ 4	7		22- 4	13	8	
V	14+ 9			23- 9			
VI	17+ 8			25- 8		8	
VII	12+ 9	7		21- 9			
VIII	19+ 3	13		22- 3			
IX	16+ 8			24- 8		8	
X	13+ 9	13		22- 9	13		
XI	7+16	13	8	23-16	67	17	
XII	8+14		8	22-14	53	17	
XIII	6+19	7	8	25-19	20		
XIV	5+18			23-18	13	8	
XV	9+13			22-13	13	8	
XVI	7+19		8	26-19	7		
XVII	4+17	13		21-17	13		
XVIII	9+15	7		23-15	20		
XIX	6+17			22-14	7	8	
XX	9+14			23-17	13		

このことは各問題の所要時間の変動にも顯著に現れている。第5図はろう児正常児ともに第十一問の所要時間を一〇〇として他の問題の所要時間を%で示したものであるが、正常児は問題様式の変化した第十一問で時間が急増して次の第十二問から順調に減少しているのに対して、ろう児では第十一問で減数が二位数に変化したことに気付かぬ者が相当数いるために時間の増加率が正常児ほどでなく、却って第十三、十四問で最高を示している。これは第十三、十四問に至って漸く問題様式の変化に気付いて狼狽したことの反映である。

第5図 問題様式変化の前後に於ける計算速度の変動
その一 減法



第6図 問題様式変化の前後に於ける計算速度の変動
その二 加法



なお、加法の所要時間の変動を示したのが第6図であるが、加法ではろう児が第十一問で直ちに問題様式の変化に適應しているため所要時間は第十一問だけで増し、次の第十二問では急に減少している、これに反して正常児は適應に相当困難したことが第十二、十三、十四問の所要時間の比較的長いことわかる。これは先述したように、 $13+8$ と $8+13$ の違いがろう児と正常児で心理的意味を異にするからである。

また、ここで一言せねばならないことは、ろう児が減法の後半を前半の惰性で誤ったのはろう児の人格構造の硬さに帰因すると即断してはならぬことである。何故なればろう児は加算では問題様式の変化にむしろ正常児以上に適應したからである。

ろう児が加法では途中問題様式の変化に適應し、減法では適應が困難であり、正常児がその逆であったことは、人格構造の違いより寧ろ計算操作及び思考の仕方の違いに帰因するものといえよう。そして計算操作及び思考の相異は、更に $8-13$ とか $23-16$ を概念的に一つの纏った意味構造を有するものとして言語的に把握するだけ充分に發達しているか否かに依存しているといえる。もし一つの意味構造として言語的に把握するのに抵抗を感ずるときは自然に部分的機械的操作に墮するようになる。

以上のように解することが、今まで実験や観察で盲児の暗算とその成績や、ろう児の数え方と能力及び計算の特質について明らかにして来たことと矛盾しない。

また、ろう児の種々の現象の心理学的説明に「人格的構造が硬いから」と論ずるのは、嘗て「本能だから」と説明されたのと同様の誤に陥る怖れがある。人格構造の硬さは寧ろその發達の諸相について説明されるべき課題であり、明らかにさるべき事実であろう。

そして言語の未熟が思考及び操作等の低調を齎し、必要な適應を困難にして所謂「硬さ」の主因になることは確かである。

う。勿論このようにして招来された思考不活発や所謂「硬さ」が更に行動を規定するようになる面については看過できないが、しかし根本的な解明はやはり硬さによって説明することではないと思う。

尚、本実験の所要時間及び誤謬率の変動は、被験者が少い上に、各問題の難易や精神作業一般に影響する諸要因等が重複して作用しているので、それらの影響分を区別して論究しなければならない。特に減法に比して様式変化の少い加法では一層これらの影響分が強いと思われるが、本研究では一切触れなかった。

八 総 括

以上の実験及び観察を総括すれば、次の通りである。

(1) ろう児の自然的な数え方は多種多様で拙劣であるが、学年及び年齢が進むにつれて指数えから、片手の五指及び形態的視知覚の助けで五の群を作って数える者が多くなり、更に進んで十の群を作る者も次第に増加する。数唱は副次的で十までを繰返す程度である。二十まで数唱する者や、正常児の如く物を一個或は二個ずつ取り除けて数唱する者には聴力が相当残存することが多い。

(2) 自然的な数え方で、ろう児が正確に数え得る最大数は七歳で平均一一・七、九歳で二三・三の程度である。

(3) 指数えや視知覚の要因を排除した貯金箱挿入では、ろう児が正確に入れ得る最大数は七歳で平均八・三、九歳で一一・六である。

(4) ろう児の背を打叩して、その数を数唱もしくは身体的リズム知覚のような時間的継次性要因のみに依って数えさせた場合、数え得る最大数は七歳で僅か五・二、九歳で六・七である。

(5) 瞬間的に空間的共存物の個数を視知覚する能力及び二枚のカードに書かれた黒点数を瞬間的に比較して異同弁別する能力では、ろう児は正常児に稍々劣るが大差は無い。

(6) ろう児の数意識が視空間知覚と視空間知覚の共応で可能な指数えに最も依存するものに対して、盲児では自然のままでは指では数えず、専ら数唱即ち聴覚的発語的時間継次性の要因に依存する。そして正常児の数意識は以上の全ての要因に依存するといえる。

(7) 加法計算では、ろう児で、五もしくは十に基数を加える場合や繰上りの無い場合は正常児より誤が少くて速度も寧ろ優れている者でも、繰上りの有る場合や三項式の加算では速度も落ち誤謬も増加し、特に正しい和より五多いか少いかの誤が顕著になる。

その理由としては、ろう児が片手の五指に強く依存すること、十の群の視知覚は困難だが五の群は容易であること等の積極的理由と、加算九々や繰上った数を記憶したり被加数加数を分解統合したりするのに便利な言語のもつ概括力、統合力が活用し難いこと、聴覚的発語的時間継次性要因に於てろう児が致命的欠陥があるため十一以上の数唱が困難なこと等の消極的理由で「十」の繰上りに「五」の「準」繰上りともいうべきものが加わって混乱を生ずるためと思われる。

(8) 盲児には、計算に於て「五」がろう児や正常児にみられるような特別の意味を示さぬことは誤の分析によっても明らかである。

また視知覚を欠き、従って学習途上で指数えの恩恵も無かったにも拘らず低学年では計算能力が正常児に劣らないのは数意識の発達に於て聴覚的時間継次性知覚の要因と言語のもつ概括力もしくは統合的の重要性を証するものといえる。

(9) 更に、言語的概括力の優劣は、正常児盲児をして簡単な計算では暗算方法をとらしめ、ろう児をして簡単な計算でも筆算方法をとらしめるようになる。暗算では計算問題が全体的構造的に把握されるに反して、ろう児は筆算方法に訴えるため部分にとらわれて全体構造を見失い、機械的操作に流れて問題様式の変化にも適応し難い。

この研究は第十九回日本心理学会大会で発表した内容をやや詳しく述べたものである。

この研究で取り挙げたことは、ろう児の数意識及び計算に関して比較的研究が容易と思われる幾つかの事柄に過ぎない。手をつけて纏らぬので、述べなかったことも幾つがある。殊に聴力と知能とが数意識や計算と密接な関係があるので、その相關々係を明らかにしたいと思つたが述べるまでには至らなかった。またろう児について幼児期から数意識の発達の経路を追つてみたいと思つたが、これも果してない。共に後日を期したい。

従つて本研究で述べたことは、富山という限られた地域に於ける限られた年齢層のろう児の数意識及び計算の一断面である。

終りに、御援助をたまわつた被験校と、この研究に協力を惜しまなかつた富山大学卒業生田中廷之君とに深く感謝した。

参 考 文 献

- C. L. Thiele : Arithmetic in the early Grades from the Point of View of Interrelations in the Number System:
The National Council of Teachers of Mathematics 16th Yearbook. 1941
- W. A. Brownell : The Development of Children's Number Ideas. 1928
- E. L. Thorndike : The Psychology of Arithmetic. 1929
- F. Meumann : Abriss in der experimentellen Pädagogik 1914. 上野陽一、阿部重孝訳：実験教育学綱要
- 武 政 太 郎：算数の心理、昭二六年
- 文 部 省：児童の計算力と誤答、昭二九年
- 信濃教育研究所：整数四則における誤算の実験的研究：昭二六年

(富 山 大 学 助 教 授)